



Evaluación Espacial Multitemporal de Manglares en Panamá entre 1996 y 2020: Cobertura, Permanencia y Conservación basada en Datos de Global Mangrove Watch

Multitemporal Spatial Assessment of Mangroves in Panama between 1996 and 2020: Coverage, Persistence, and Conservation Based on Global Mangrove Watch Data

Carla De León

<https://orcid.org/0009-0000-9007-6233>

Alexander Rosas

<https://orcid.org/0009-0008-0610-1300>

Universidad de Panamá, Licenciatura en Biología orientación Biología Vegetal, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Autor correspondiente: carlavm.deleon-c@up.ac.pa

Enviado: 9 de noviembre de 2025. **Aceptado:** 15 de diciembre de 2025

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v3i2.1116>

Resumen

Este estudio analiza los cambios en la cobertura de manglares en la República de Panamá durante los años 1996 y 2020, mediante un enfoque biogeográfico basado en análisis espacial multitemporal. Se delimitaron trece zonas costeras representativas a lo largo de ambas vertientes (Pacífico y Caribe), y se evaluaron los porcentajes de ganancia, pérdida y permanencia de manglar utilizando datos del *Global Mangrove Watch* y herramientas SIG. Los resultados revelan que, en la mayoría de las zonas, más del 90 % de la cobertura de manglar se ha mantenido, lo que sugiere una notable estabilidad ecológica a escala nacional. Sin embargo, se identificaron focos de pérdida significativa en zonas como Bahía de San Miguel (Darién), El Archipiélago de Bocas del Toro (Bahía de Almirante) y la costa de Colón. A partir de registros georreferenciados de especies obtenidos en GBIF, se evaluó además la presencia de especies vegetales amenazadas según la Lista Roja de la UICN, destacando la importancia de zonas con alta permanencia como refugios ecológicos prioritarios. Los hallazgos refuerzan la necesidad de establecer estrategias regionales diferenciadas de conservación y manejo adaptativo, al tiempo que posicionan a Panamá como un país que, a pesar de ciertas presiones, aún mantiene una cobertura significativa de manglares en el contexto global.

Palabras clave

Análisis espacial, cambio de cobertura, conservación, manglares, Panamá.

Abstract

This study analyzes changes in mangrove coverage in the Republic of Panama between 1996 and 2020, using a biogeographic approach based on multitemporal spatial analysis. Thirteen representative coastal zones were delineated along both the Pacific and Caribbean coasts, and percentages of mangrove gain, loss, and permanence were evaluated using *Global Mangrove Watch* data and GIS tools. The results reveal that in most zones, over 90 % of mangrove coverage has been maintained, suggesting notable ecological stability at the national level. However, significant loss hotspots were identified in areas such as Bahía de San Miguel (Darién), Bahía de Almirante (Bocas del Toro), and the coast of Colón. Using georeferenced species occurrence records from GBIF, the presence of threatened plant species (according to the IUCN Red List) was assessed, highlighting the importance of zones with high permanence as priority ecological refuges. The findings underscore the need for regionally differentiated conservation and adaptive management strategies, while also positioning Panama as a country that, despite certain pressures, still retains significant mangrove coverage in the global context.

Keywords

Conservation, land cover change, mangroves, spatial analysis, Panama.

Introducción

Los manglares constituyen ecosistemas costeros de transición que se desarrollan en ambientes tropicales y subtropicales, donde convergen diversos factores marinos, fluviales y terrestres, lo cual da lugar a comunidades vegetales altamente especializadas, dominadas por especies halófitas adaptadas tanto a la salinidad como al anegamiento. Desde una perspectiva biogeográfica, estos ecosistemas no solo actúan como puentes ecológicos, sino que también funcionan como refugios costeros para múltiples taxones y como zonas núcleo de biodiversidad dentro de los grandes corredores tropicales (Méndez y Estrada, 2024). En América Latina, los manglares ocupan una franja irregular pero estratégica que se extiende desde México hasta el sur de Brasil en el Atlántico, y desde Colombia hasta Perú en el Pacífico, incluyendo el Caribe insular. En este contexto, Panamá, por su ubicación en el istmo centroamericano, representa un nodo clave para el análisis de los patrones de distribución

de estas comunidades vegetales, ya que actúa simultáneamente como puente y filtro biogeográfico para especies de flora y fauna costera (Junk et al., 2013).

De acuerdo con el análisis de Junk et al. 2013, los manglares destacan no solo por su elevada productividad y su capacidad de almacenamiento de carbono, sino también por su papel fundamental en la protección contra eventos extremos, como oleajes, tormentas y marejadas. Asimismo, constituyen viveros esenciales para especies pesqueras de valor comercial y hábitats clave para numerosos organismos acuáticos y terrestres. No obstante, estos ecosistemas se encuentran actualmente bajo múltiples amenazas, entre las que se incluyen la expansión urbana descontrolada, el turismo de gran escala, la deforestación por tala indiscriminada, la instalación de estanques para acuicultura y, de manera creciente, los efectos del cambio climático global.

En el caso de Panamá, dichas amenazas se han documentado claramente en zonas como la Bahía de Chame, donde estudios recientes han evidenciado transformaciones aceleradas en la estructura y funcionalidad del manglar como consecuencia de actividades antrópicas, incluyendo la construcción de infraestructura urbana y turística, así como la sobreexplotación de sus recursos naturales (Méndez y Estrada, 2024).

Ante este panorama, herramientas como la plataforma *Global Mangrove Watch* han resultado fundamentales para el monitoreo multitemporal de los cambios en la cobertura de manglares, permitiendo detectar tanto pérdidas como ganancias de vegetación con alta precisión (Bunting et al., 2018). Sin embargo, el análisis meramente cuantitativo no es suficiente, por lo que se hace necesario incorporar enfoques biogeográficos que permitan interpretar la dinámica espacial de estos ecosistemas, identificar patrones regionales y, especialmente, localizar aquellas zonas donde la cobertura se ha mantenido estable, ya que podrían constituir refugios ecológicos para especies amenazadas o vulnerables, según criterios establecidos por la Lista Roja de la UICN (UICN, 2024).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar los patrones espaciales de cambio de cobertura de manglares en Panamá entre 1996 y 2020, mediante la

delimitación de zonas representativas a lo largo de las costas del Caribe y del Pacífico. A partir del análisis de datos satelitales, registros de distribución de especies y evaluación del estado de conservación, se pretende ofrecer una lectura integral sobre la transformación del manglar panameño y las especies que lo conforman, con implicaciones directas para su conservación.

El período de análisis comprendido entre 1996 y 2020 fue seleccionado debido a la disponibilidad y consistencia de los datos de cobertura de manglar a escala nacional. El año 1996 representa una de las primeras líneas base confiables para el monitoreo espacial de manglares en Panamá, previa a la intensificación de las presiones antrópicas en zonas costeras, mientras que 2020 corresponde al año más reciente con información consolidada, comparable y disponible. Este intervalo temporal permite identificar tendencias acumuladas de pérdida, ganancia y permanencia del manglar a lo largo de más de dos décadas, aportando una perspectiva integral sobre la dinámica espacial de este ecosistema en Panamá.

El objetivo general de este estudio fue analizar la distribución y los cambios espaciales en la cobertura de manglares en Panamá entre 1996 y 2020 mediante la delimitación de zonas ecológicas, identificando patrones de pérdida, ganancia y permanencia, y evaluando su potencial como refugios para especies que conforman el manglar panameño.

Materiales y Métodos

Este estudio se desarrolló con base en un enfoque de análisis espacial multitemporal, orientado a evaluar los cambios en la cobertura de manglares en la República de Panamá durante el período comprendido entre 1996 y 2020. La metodología se organizó en tres fases: recopilación de datos, análisis geoespacial e interpretación biogeográfica.

Recopilación de datos: Se descargaron las capas de cobertura de manglares disponibles en la plataforma Global Mangrove Watch (GMW), correspondientes a los años 1996 y 2020. Estos productos cartográficos se generan a partir de la integración de sensores de radar y

ópticos, principalmente ALOS PALSAR y Landsat, y presentan una resolución espacial aproximada de 25 m. Diversos estudios han reportado una alta confiabilidad del producto GMW para el análisis de cobertura de manglar, con precisiones globales superiores al 90 % (Bunting et al., 2018).

Estas capas fueron utilizadas como base para identificar zonas de pérdida, ganancia y permanencia del manglar en el territorio nacional. Posteriormente, se recopilaron datos de distribución geográfica de especies del manglar panameño desde el portal Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org), incluyendo registros de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, entre otras. Para cada especie, se verificó su categoría de amenaza mediante la Lista Roja de la UICN (2024), con el fin de integrar una perspectiva de conservación en el análisis biogeográfico.

Análisis geoespacial: Se delimitaron trece zonas de análisis distribuidas a lo largo de las costas del Caribe y el Pacífico, las cuales fueron digitalizadas como polígonos (figura 1). La delimitación se realizó a partir de la distribución espacial de la cobertura de manglar observada en los mapas del Global Mangrove Watch, seleccionándose aquellas áreas que concentraban las mayores extensiones continuas de manglar en el territorio panameño. Estas zonas representan los principales núcleos del ecosistema de manglar en el país y permitieron evaluar de forma comparativa los patrones de la cobertura entre ambas vertientes.

El análisis de cambio de cobertura se realizó en formato ráster. Las capas de manglar correspondientes a 1996 y 2020 fueron reclasificadas en valores binarios (1 = manglar, 0 = no manglar) y estandarizadas a una resolución espacial de 25 m. La permanencia del manglar se identificó mediante una operación lógica AND entre ambas capas, mientras que la pérdida y la ganancia se determinaron a partir de las diferencias espaciales entre los mapas binarios, utilizando herramientas de álgebra de mapas en ArcGIS Pro. Todas las capas ráster y vectoriales fueron reproyectadas al sistema de referencia WGS84 (UTM zona 17N). En el caso de los datos ráster, la reproyección se realizó mediante el método *nearest*

neighbor, con el fin de preservar los valores originales de clasificación y evitar reasignaciones durante el procesamiento espacial.

Además, se integraron los puntos georreferenciados de las especies vegetales, los cuales se superpusieron sobre las zonas previamente analizadas (figura 3) para identificar coincidencias entre áreas de alta permanencia de manglar y registros de especies en categorías de amenaza, con el objetivo de localizar posibles refugios ecológicos. Si bien el análisis espacial se ejecutó en ArcGIS Pro, los mapas ilustrativos que acompañan este artículo fueron elaborados en QGIS 3.36, empleando como insumos las capas previamente procesadas.

Finalmente, se incorporaron elementos cartográficos de referencia, incluyendo líneas de costa, divisiones político-administrativas y límites de áreas protegidas, obtenidos a partir de fuentes oficiales como GADM, Natural Earth y el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) (CATHALAC, 2007).

Cálculo porcentual de cambios de cobertura: Para cuantificar la transformación del manglar en cada una de las trece zonas, se calcularon los porcentajes de pérdida, ganancia y permanencia de cobertura vegetal mediante las siguientes expresiones:

- Pérdida (%) = $\frac{(\text{Área manglar 1996} - \text{Área intersección 1996-2020})}{\text{Área manglar 1996}} \times 100$
- Ganancia (%) = $\frac{(\text{Área manglar 2020} - \text{Área intersección 1996-2020})}{\text{Área manglar 2020}} \times 100$
- Permanencia (%) = $\frac{(\text{Área intersección 1996-2020})}{(\text{Área manglar 1996})} \times 100$

Donde el área de intersección corresponde al polígono común entre las coberturas de manglar de 1996 y 2020, es decir, la superficie que se mantuvo cubierta de manglar durante todo el periodo de estudio. Estas métricas permitieron caracterizar de forma precisa el comportamiento dinámico de cada zona, facilitando el análisis comparativo entre regiones

y la identificación de fragmentos estables del ecosistema. Los cálculos anteriores siguen fórmulas ampliamente utilizadas en estudios de cambio de cobertura y uso del suelo (Singh, 1989), y fueron adaptadas para el contexto de los manglares conforme a los criterios de monitoreo implementados por el *Global Mangrove Watch* (Bunting et al., 2018)

Es importante señalar que los análisis de cobertura de manglar pueden estar sujetos a fuentes de incertidumbre asociadas a la presencia de nubes, diferencias entre sensores, variaciones mareales y procesos automáticos de clasificación. En ecosistemas de manglar, la dinámica intermareal puede influir en la delimitación del borde del bosque, particularmente en zonas de transición entre manglar y áreas inundables. No obstante, el uso de productos del Global Mangrove Watch, basados en múltiples escenas y sensores de radar, reduce significativamente el efecto de la nubosidad y la variabilidad mareal, permitiendo una evaluación consistente de los patrones de cambio a escala regional y nacional. Estas fuentes de incertidumbre fueron consideradas en la interpretación de los resultados.

Resultados

El análisis multitemporal de la cobertura de manglares en las trece zonas delimitadas a lo largo de las costas Pacífica y Caribeña de Panamá permitió identificar patrones diferenciados de transformación del paisaje vegetal costero entre 1996 y 2020 (figura 1). En la tabla 1 se presenta el resumen de los porcentajes de ganancia, pérdida y permanencia en cada zona, junto con su respectiva área total.

En términos generales, se observó una alta proporción de permanencia de cobertura de manglar en la mayoría de las regiones, con valores superiores al 92 % en todas las zonas analizadas (figura 4). Destacan particularmente la Zona 3 Bahía Honda y Mariato (Veraguas) con un 95.25 % de permanencia, así como la Zona 1 Charco Azul y Barú (Chiriquí) con un 95.05 %, lo cual sugiere una relativa estabilidad estructural del ecosistema en estos sectores.

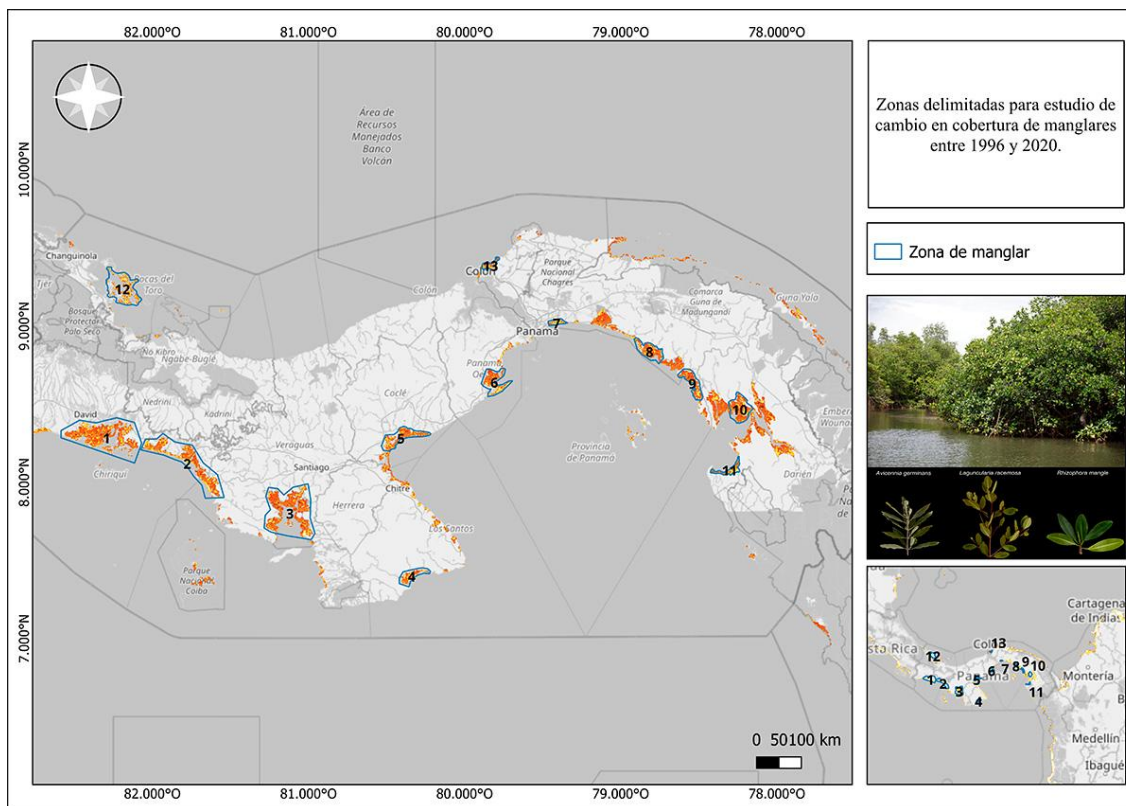


Figura 1. Zonas delimitadas para el estudio de cambio en cobertura de manglares entre 1996 y 2020. Se muestran los 13 polígonos costeros usados como unidades de análisis, junto a la cobertura de manglares de 1996 y 2020. Elaboración propia Qgis.

Por el contrario, las zonas con mayor porcentaje de pérdida de cobertura fueron la Zona 13 Costa de Colón y Cativá (Colón) con 6.97 %, seguida por la Zona 12, Archipiélago de Bocas del Toro con 6.61 %, y la Zona 11 Delta del Tuira y Jaqué (Darién) con 6.20 % (figura 2). Estas cifras indican un mayor nivel de alteración, posiblemente asociado a presiones antrópicas específicas como el desarrollo urbano, expansión portuaria o actividades extractivas (Méndez y Estrada, 2024).

En cuanto a la ganancia de cobertura, los porcentajes fueron generalmente bajos, fluctuando entre 0.61 % y 2.50 %. La mayor ganancia se registró en la Zona 5, Aguadulce y Antón (Coclé), mientras que la Zona 13, Costa de Colón y Cativá (Colón) presentó el valor más bajo. Si bien estos aumentos pueden estar asociados a procesos de regeneración

natural o reforestación, también podrían corresponder a variaciones detectadas por el sensor o a ocupación transitoria por vegetación secundaria.

Finalmente, si bien las zonas con mayor superficie de manglar como la Zona 1, Charco Azul y Barú y la Zona 3, Bahía Honda y Mariato concentran las mayores cantidades absolutas de manglar conservado, también se evidencian zonas más pequeñas como la Zona 4, Tonosí y Cambutal (Los Santos) donde las proporciones relativas de pérdida son significativamente elevadas, lo cual podría representar una mayor vulnerabilidad ecológica en términos de fragmentación y presión sobre las especies presentes (figura 2).

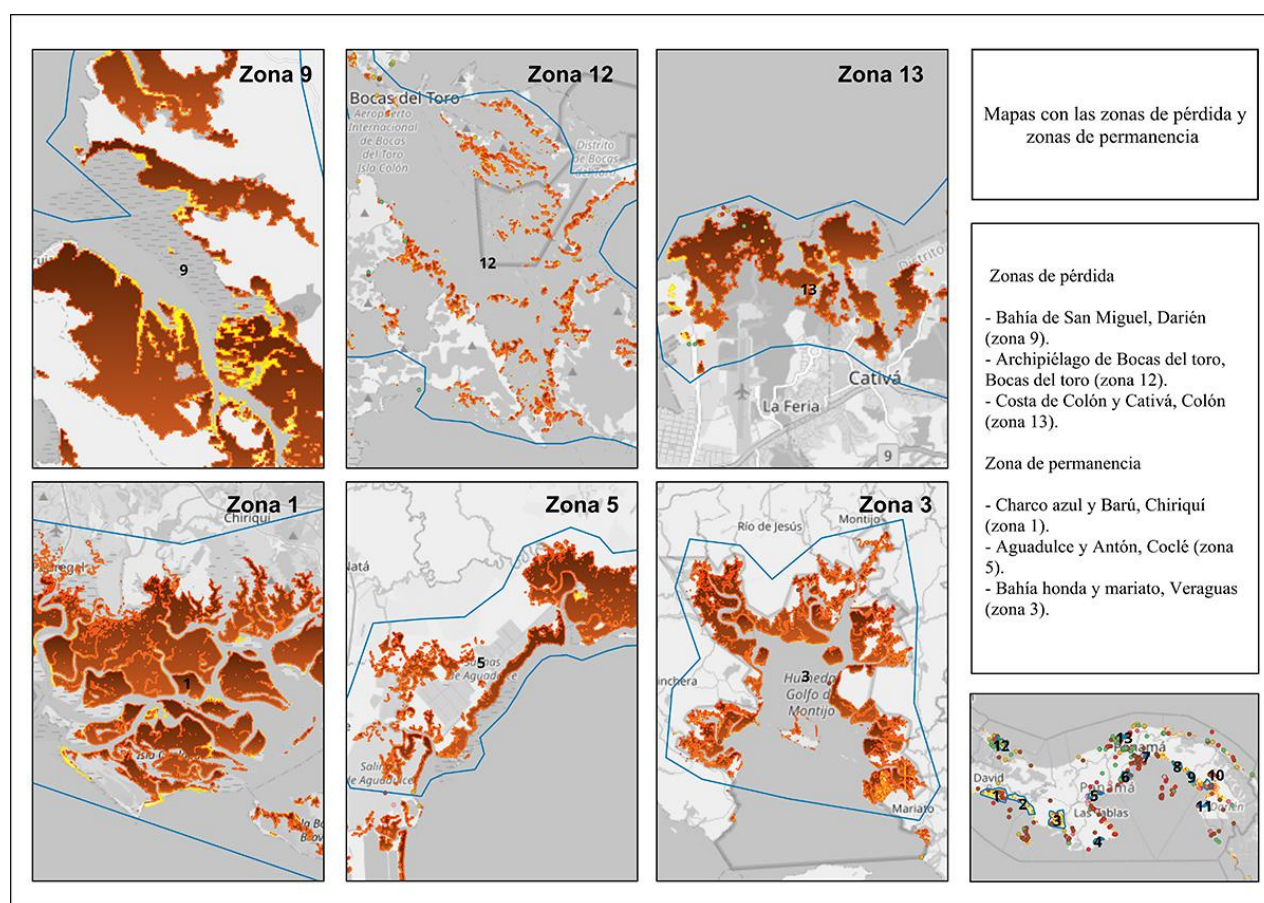


Figura 2. Mapas detallados de zonas con mayor pérdida y permanencia de cobertura de manglar (1996–2020). Se ilustran tres zonas con pérdidas destacadas (Zonas 9, 12 y 13) y tres zonas con permanencia superior al 94 % (Zonas 1, 3 y 5). Elaboración propia Qgis.

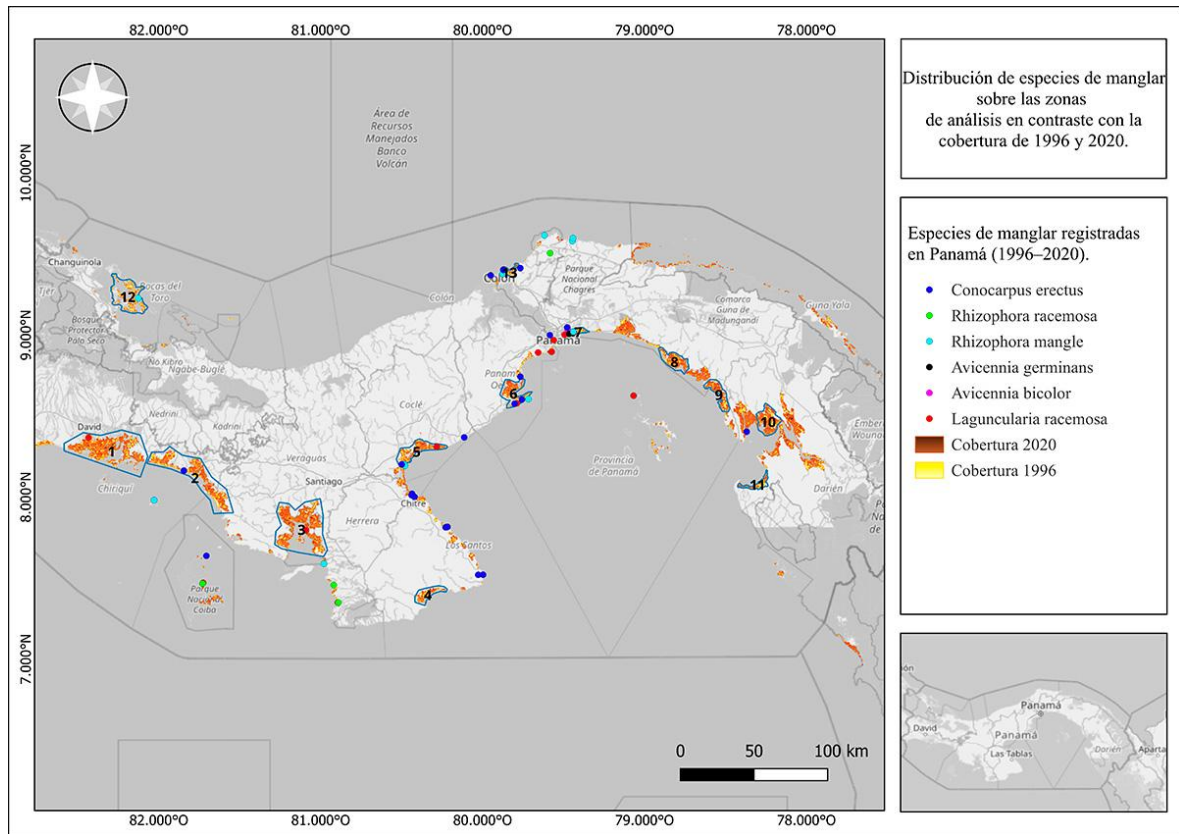


Figura 3. Distribución de especies vegetales de manglar en Panamá en relación con las zonas de análisis y la cobertura de 1996 y 2020. Se visualizan registros georreferenciados de especies clave en contraste con los polígonos de manglar y las coberturas multitemporales. Elaboración propia, Qgis.

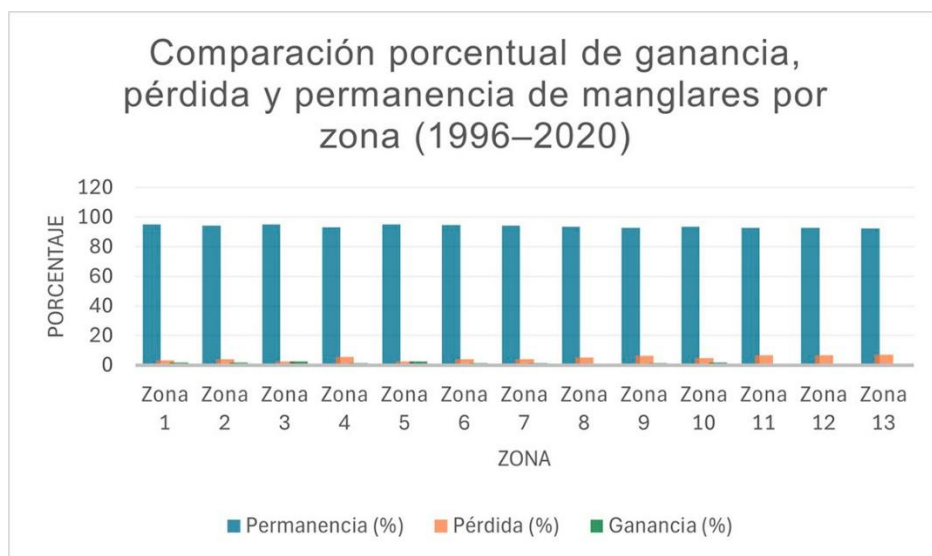


Figura 4. Se observa un patrón general de alta permanencia (>90 %) en la mayoría de las zonas, con focos de pérdida destacados en las Zonas 9, 12 y 13.



Figura 5. Bosque de manglar en una zona costera pacífica de Panamá

Tabla 1. Porcentajes de ganancia, pérdida y permanencia de cobertura de manglar (1996–2020) en trece zonas costeras de Panamá.

Zona	Ganancia (%)	Pérdida (%)	Permanencia (%)	Área total (ha)
Zona 1, Charco Azul y Barú (Chiriquí)	1.82	3.13	95.05	22,745.66
Zona 2, Montijo y Soná (Veraguas)	1.85	3.88	94.27	15,881.56
Zona 3, Bahía Honda y Mariato (Veraguas)	2.34	2.41	95.25	22,190.66
Zona 4, Tonosí y Cambutal (Los Santos)	1.31	5.50	93.19	3,212.12
Zona 5, Aguadulce y Antón (Coclé)	2.50	2.57	94.93	6,590.05
Zona 6, Chame y Bejuco (Panamá Oeste)	1.39	4.11	94.50	6,952.20
Zona 7, Ciudad de Panamá y Juan Díaz (Panamá)	1.44	4.15	94.41	14,064.27
Zona 8, Chepo y Chimán (Panamá Este)	1.18	5.24	93.58	3,892.71
Zona 9, Bahía de San Miguel (Darién)	1.28	6.20	92.79	13,108.93
Zona 10, Bahía de Garachiné y Puerto Piña (Darién)	1.62	4.74	93.64	7,081.67
Zona 11, Delta del Tuira y Jaqué (Darién)	1.01	6.61	92.71	5,060.19
Zona 12, Archipiélago (Bocas del Toro)	0.68	6.61	92.71	10,398.20
Zona 13Costa de Colón y Cativá (Colón)	0.61	6.97	92.42	3,434.20

Nota: resaltado en negrita mayor % perdida. Fuente: Elaboración propia con base en datos de Global Mangrove Watch (2024) y análisis espacial en ArcGIS Pro.

Tabla 2. Especies vegetales asociadas a manglares en Panamá y su estado de conservación según la UICN (2024).

Nombre científico	Familia	Nombre común	Categoría UICN
<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae	Mangle rojo	Preocupación menor (LC)
<i>Avicennia germinans</i>	Acanthaceae	Mangle negro	Preocupación menor (LC)
<i>Laguncularia racemosa</i>	Combretaceae	Mangle blanco	Preocupación menor (LC)
<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae	Botón de hojas plateadas	Preocupación menor (LC)
<i>Rhizophora racemosa</i>	Rhizophoraceae	Mangle gigante caballero	Preocupación menor (LC)
<i>Avicennia bicolor</i>	Acanthaceae	Mangle bicolor	Vulnerable (VU)
<i>Pelliciera rhizophorae</i>	Tetrameristaceae	Mangle piñuelo / mangle de té	Vulnerable (VU)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de GBIF.org y la Lista Roja de la UICN (2024).

Discusión

Patrón espacial general

El análisis multitemporal de la cobertura de manglares en Panamá entre 1996 y 2020 reveló un patrón nacional de alta permanencia con valores superiores al 90 % en la mayoría de las zonas evaluadas (figura 1). Este resultado sugiere que el país ha mantenido una estabilidad estructural notable de manglar, en contraste con las tendencias globales de pérdida acelerada observadas en otras regiones tropicales. La zonificación aplicada permitió distinguir claramente variaciones espaciales regionales entre las costas Pacífica y Caribeña. Destacaron zonas del Pacífico, como Charco Azul y Barú (Chiriquí) y Bahía Honda y Mariato (Veraguas), con permanencias superiores al 95 %, mientras que sectores del Caribe, como Bocas del Toro y Colón, mostraron una mayor vulnerabilidad. Este patrón confirma la heterogeneidad espacial del manglar panameño y la importancia de considerar unidades regionales de análisis para la gestión costera.

Análisis de pérdidas

Las pérdidas más significativas se concentraron en tres regiones: Zona 13 (Costa de Colón y Cativá, 6.97 %), Zona 12 (Archipiélago de Bocas del Toro, 6.61 %) y Zona 9 (Bahía de San Miguel, Darién, 6.20 %, figura 2). Estas áreas presentan un mayor nivel relativo de alteración de la cobertura de manglar durante el período analizado. La literatura disponible para estas regiones sugiere que dichos patrones podrían estar asociados a presiones antrópicas como la expansión urbana, el desarrollo portuario, la actividad turística y procesos extractivos, así como a la conversión de suelos en zonas rurales (Méndez y Estrada, 2024). No obstante, se reconoce que la identificación precisa de las causas locales y de las especies de manglar más afectadas requiere estudios de campo.

Estas transformaciones reflejan la tensión que existe entre desarrollo económico y conservación ambiental, donde las presiones antrópicas localizadas afectan los ecosistemas. No obstante, la proporción total de pérdida nacional fue baja en relación con el tamaño del país, lo que indica que los procesos de degradación fueron específicos.

Análisis de ganancias

Las ganancias de cobertura fueron moderadas pero relevantes, con valores entre 0.6 % y 2.5 %. La Zona 5 (Aguadulce y Antón, Coclé) registró el mayor incremento (2.5 %), seguida por Montijo (Veraguas) y Chame (Panamá Oeste). Estos aumentos pueden deberse a procesos de regeneración natural posteriores a perturbaciones pasadas, o a iniciativas de reforestación y restauración comunitaria impulsadas por proyectos locales y gubernamentales (MiAMBIENTE, 2024). En la Bahía de Chame, por ejemplo, comunidades organizadas han desarrollado programas de plantación de *Rhizophora mangle* y *R. racemosa* en antiguos claros de extracción, lo que ha favorecido la recuperación de hábitats costeros degradados. Asimismo, variaciones intermareales y estacionales detectadas por sensores satelitales pueden explicar ligeros incrementos aparentes, sin que necesariamente impliquen expansión permanente del ecosistema (Bunting et al., 2018).

Análisis de permanencia

La permanencia superior al 90 % en casi todas las zonas refleja no solo la resiliencia natural del manglar, sino también su integración funcional en la idiosincrasia del pueblo costero panameño (figura 5). Los manglares proveen servicios ecosistémicos esenciales, como protección frente a tormentas, control de erosión, almacenamiento de carbono azul, provisión de alimentos y materias primas, además de ser hábitat de cría para especies marinas de interés pesquero (Fundación Humedales, 2016). En comunidades de Montijo, Parita, Bahía de Chame y el Golfo de San Miguel, la pesca artesanal depende directamente de estos bosques, los cuales sirven como refugios naturales para peces e invertebrados. Asimismo, en zonas como Capiro y Chame, el manglar ha sido utilizado para la producción de carbón vegetal y leña doméstica, actividad que, aunque presiona al ecosistema, ha sido regulada mediante prácticas de sustitución de especies y reforestación, permitiendo la estabilidad del manglar.

El mantenimiento prolongado de la cobertura es entonces consecuencia de un sistema socio-ecológico en equilibrio, donde la conservación y el aprovechamiento se complementan, asegurando tanto el bienestar humano como la integridad del ecosistema (MiAMBIENTE, 2017).

Especies de manglar y zonas de refugio ecológico

El conjunto florístico panameño está formado por siete especies de manglar: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pelliciera rhizophorae*.

El mapa de distribución de especies de manglar elaborado a partir de registros de GBIF refleja patrones de presencia geográfica y no de dominancia estructural o abundancia relativa (figura 3). En este contexto, *Conocarpus erectus* presenta una amplia distribución tanto en la costa del Pacífico como en el Caribe panameño, principalmente asociada a zonas de borde, áreas de transición y ambientes costeros perturbados. No obstante, de acuerdo con información institucional del Ministerio de Ambiente, las especies que conforman la

estructura dominante del manglar panameño, particularmente en la vertiente del Pacífico, son *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa*, las cuales constituyen el componente arbóreo principal del ecosistema.

De las especies registradas, *Avicennia bicolor* y *Pelliciera rhizophorae* están clasificadas como Vulnerables (VU) (tabla 2) por la UICN (2024), debido a la fragmentación de sus poblaciones y a la reducción de hábitat en gran parte de su rango de distribución. Los resultados de este estudio indican que ambas especies se concentran en zonas de alta permanencia, especialmente Montijo, Bahía Honda, Aguadulce y Chame, donde las condiciones ecológicas se han mantenido estables. Estas regiones actúan como refugios ecológicos costeros, conservando no solo la integridad del bosque, sino también la conectividad genética entre poblaciones del Caribe y del Pacífico. En este sentido, los manglares panameños cumplen una función biogeográfica estratégica, al enlazar las dos vertientes marinas del istmo y ofrecer hábitats de persistencia para especies amenazadas, lo cual refuerza su prioridad de conservación (Lugo Snedaker, 1974).

Contexto global y síntesis

A nivel mundial, los manglares han sufrido una pérdida acumulada de hasta un 35 % en las últimas décadas, con tasas anuales de deforestación que superan el 0.6 % en regiones del sudeste asiático (Friess et al., 2019) Frente a este panorama, Panamá representa un caso excepcional de estabilidad, con una cobertura mantenida superior al 90 % durante más de dos décadas. Este logro puede explicarse por la combinación de tres factores: Condiciones naturales favorables, como la amplia disponibilidad de zonas intermareales y baja industrialización costera; Valoración institucional y comunitaria del manglar por sus servicios ecosistémicos, reflejada en políticas y programas de restauración; y Participación social activa, mediante el uso tradicional sostenible, la pesca artesanal y el ecoturismo. De esta forma, los manglares panameños son hoy refugios ecológicos, donde convergen biodiversidad, estabilidad ambiental y beneficio económico.

Se debe fortalecer las estrategias de conservación para mantener el equilibrio de estos ecosistemas. Conservar los manglares de Panamá no solo protege especies vulnerables como *Pelliciera rhizophorae* y *Avicennia bicolor*, sino que también garantiza la resiliencia climática, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad costera del país. Panamá se consolida como un modelo de manejo integral de humedales costeros, donde la ecología y la sociedad actúan de forma conjunta en favor de la permanencia del paisaje.

Conclusión

El presente estudio evidenció que, entre 1996 y 2020, los manglares panameños han mantenido una alta estabilidad espacial, con más del 90 % de su cobertura original conservada. Este resultado posiciona a Panamá como uno de los países con mayor permanencia de manglares en la región neotropical.

Las pérdidas, concentradas principalmente en las zonas de Colón, Bocas del Toro y Bahía de San Miguel, se asocian a presiones localizadas como la expansión urbana, portuaria y agropecuaria. Sin embargo, la regeneración natural y los proyectos comunitarios de restauración en áreas como Aguadulce, Montijo y Bahía de Chame han favorecido la recuperación parcial del ecosistema, evidenciando su capacidad de resiliencia. La permanencia observada está estrechamente vinculada a la dependencia social y económica de las comunidades costeras respecto al manglar, ya que este provee recursos esenciales para la pesca artesanal, el uso energético y la protección costera.

La persistencia de especies vulnerables como *Pelliciera rhizophorae* y *Avicennia bicolor* en zonas de alta estabilidad refuerza el papel de los manglares panameños como refugios ecológicos y biogeográficos de importancia regional. En conjunto, los resultados demuestran que la conservación del manglar en Panamá depende tanto de los procesos ecológicos como del reconocimiento social de su valor. Por ello, se recomienda fortalecer los programas de monitoreo, educación ambiental y restauración participativa, orientados a consolidar el manejo sostenible de estos ecosistemas frente a las amenazas emergentes del cambio climático y la expansión costera.

Referencias

- Bunting, P., Rosenqvist, A., Lucas, R., Rebelo, L. M., Hilarides, L., Thomas, N., Hardy, A., Itoh, T. y Finlayson, C. M. (2018). The Global Mangrove Watch—A New 2010 Baseline of Mangrove Extent. *Remote Sensing*, 10(10), 1669. <https://doi.org/10.3390/rs10101669>
- CATHALAC (2007). *Sistema Nacional de Información Ambiental de Panamá (SINIA): bases cartográficas y ambientales*. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), Ciudad de Panamá, Panamá.
- Friess, D. A., Thompson, B. S., Brown, B., Amir, A. A., Cameron, C., Koldewey, H. J., Sasmito, S. D., Sidik, F., Sillanpää, M., van Laveren, H. y Webb, E. L. (2019). Policy challenges and approaches for the conservation of mangrove forests in Southeast Asia. *Conservation Biology*, 33(3), 525–537. <https://doi.org/10.1111/cobi.13279>
- Fundación Humedales. (2016). Los humedales en América Latina: situación actual y perspectivas. Buenos Aires: Fundación Humedales / Wetlands International.
- GBIF.org (2024). GBIF Occurrence Download. Global Biodiversity Information Facility. Disponible en: <https://www.gbif.org/> (Consultado el 16 de julio de 2025).
- Global Mangrove Watch (2024). Mangrove habitat area and species status in Panama. Disponible en: <https://www.globalmangroveswatch.org> (Consultado el 17 de julio de 2025).
- Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., ... & Robarts, R. D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic sciences*, 75(1), 151-167.
- Lugo, A. E. y Snedaker, S. C. (1974). The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 39–64. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.000351>
- Méndez, A. y Estrada, D. (2024). Impacto de la deforestación de los manglares de la Bahía de Chame y medidas de mitigación ambiental. *Tecnociencia*, 26(1), 44–59.
- Ministerio de Ambiente MiAMBIENTE. (2017). Los manglares, pilar de la economía azul en Panamá. Ministerio de Ambiente de Panamá
- Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE). (2024). *Estrategias de conservación, restauración y manejo de los ecosistemas de manglar en Panamá*. Ministerio de Ambiente, República de Panamá. <https://www.miambiente.gob.pa>
- Singh, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), 989–1003. <https://doi.org/10.1080/01431168908903939>
- UICN (2024). Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN: Evaluaciones globales de especies de manglar. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/>

Anexos

Tabla 3. Cuadro ampliado con información relevante sobre el estado de conservación de especies clave de manglar en Panamá, incluyendo sus principales amenazas según la Lista Roja de la UICN (2024) y observaciones sobre sus poblaciones en territorio nacional.

Especie (familia, nombre común)	Estado de conservación (UICN)	Amenazas principales	Descripción de la población
<i>Rhizophora mangle</i> (Rhizophoraceae, mangle rojo)	LC (Preocupación menor)	Desarrollo residencial y comercial (vivienda, áreas urbanas); agricultura y acuicultura (cultivos no maderables anuales y perennes, acuicultura marina y de agua dulce); uso de recursos biológicos (tala y recolección de madera); cambio climático y eventos extremos (cambio y alteración del hábitat)	Tendencia poblacional decreciente. Forma a menudo poblaciones densas y monoespecíficas en la costa; aunque globalmente abundante, sufre declives locales por desarrollo y agricultura
<i>Avicennia germinans</i> (Acanthaceae, mangle negro)	LC (Preocupación menor)	Desarrollo residencial y comercial; agricultura y acuicultura (cultivos no maderables, ganadería, acuicultura marina y de agua dulce); uso de recursos biológicos; cambio climático y eventos extremos	Tendencia poblacional decreciente; en Bahía Las Minas (Panamá) existen 1 200 ha de manglar (~0,3 % del total nacional)
<i>Laguncularia racemosa</i> (Combretaceae, mangle blanco)	LC (Preocupación menor)	Desarrollo residencial y comercial (vivienda, áreas comerciales e industriales); agricultura y acuicultura (cultivos no maderables, acuicultura marina y de agua dulce); uso de recursos biológicos; intrusiones y perturbaciones humanas; contaminación (aguas residuales, efluentes industriales y agrícolas, basura); cambio climático y eventos extremos	Tendencia poblacional decreciente. En el Golfo de Panamá, los bosques de <i>L. racemosa</i> muestran regeneración activa tras perturbación, indicando resiliencia
<i>Conocarpus erectus</i> (Combretaceae, botón de hojas plateadas)	LC (Preocupación menor)	Desarrollo residencial y comercial; agricultura y acuicultura (cultivos no maderables, acuicultura marina y de agua dulce); uso de recursos biológicos; cambio climático y eventos extremos	Tendencia poblacional decreciente.
<i>Rhizophora racemosa</i> (Rhizophoraceae, mangle gigante caballero)	LC (Preocupación menor)	Desarrollo residencial y comercial; agricultura y acuicultura (cultivos no maderables, acuicultura marina y de agua dulce); uso de recursos biológicos; cambio climático y eventos extremos	Tendencia poblacional decreciente.
<i>Avicennia bicolor</i> (Acanthaceae, mangle bicolor)	Vulnerable (A2cd)	Desarrollo residencial y comercial; agricultura y acuicultura (ganadería); uso de recursos biológicos; cambio climático y eventos extremos	Tendencia poblacional decreciente; caída de ~31 % en 30 años por pérdida de hábitat de manglar.



Pelliciera rhizophorae
**(Tetrameristaceae,
mangle piñuelo /
mangle de té)**

Vulnerable
(B2ab(iii))

Desarrollo residencial y comercial (áreas comerciales, turismo y recreación); agricultura y acuicultura; corredores de transporte (carreteras, ferrocarriles); contaminación (basura y residuos); cambio climático y eventos extremos

Población gravemente fragmentada y decreciente; distribución desde Pacífico de Costa Rica a Ecuador y Caribe de SE Honduras a Panamá; subpoblaciones altamente diferenciadas con flujo genético mínimo
